

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-206922

(P2000-206922A)

(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 9 G 3/20	6 4 1	G 0 9 G 3/20	6 4 1 E 5 C 0 5 8
			6 4 1 H 5 C 0 8 0
H 0 4 N 5/66	1 0 2	H 0 4 N 5/66	1 0 2 B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 24 頁)

(21)出願番号 特願平11-8417

(22)出願日 平成11年1月14日(1999.1.14)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 富沢 一成

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74)代理人 100080034

弁理士 原 謙三

Fターム(参考) 5C058 AA07 BA03 BA07 BB25

5C080 AA10 BB05 DD03 EE29 FF09

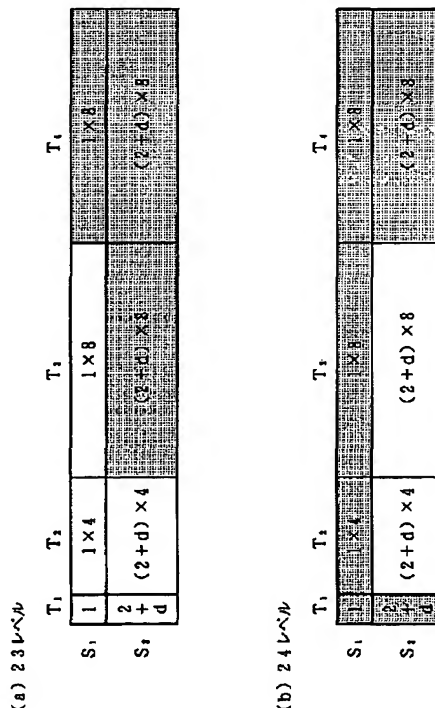
GG09 JJ01 JJ05

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【要約】

【課題】 面積分割駆動法と時間分割駆動法とを組み合わせたデジタル階調表示の駆動法を用いる表示装置において、累積応答による階調の逆転をなくし、良好な多階調表示を実現する。

【解決手段】 たとえば、画素分割比 $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であり、時間分割比 $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ である階調表示の駆動法において、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$ とする。これによって、 S_2 に面積誤差 d が生じていても、たとえば23レベルから24レベルへの1レベルの階調遷移に生じる階調誤差が減少する。その結果、階調誤差の増大を回避して、より優れた多階調表示を実現することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】マトリクス状に複数の画素が配置され、1つの画素が複数の副画素に分割されているパネルと、画像信号の 1 フレーム内の時間幅を分割してなる複数のフィールドのうちの 1 つに基づいて、1 つの副画素を所定時間点灯状態とする制御を行う制御手段とを備えており、

さらに該制御手段は、1 フィールドの時間幅で点灯状態となる 1 つの副画素を 1 つの階調表示要素とすることで、これら階調表示要素を複数組み合わせる多階調表示を行う表示装置において、

1 つの画素を構成する上記副画素が N 個であり、各副画素の面積比が $1 : S_2 : S_3 : \dots : S_N$ であるとともに、

上記フィールドの数が N であり、該フィールドの時間分割比が $1 : T_2 : T_3 : \dots : T_N$ であるとする、上記制御手段は、次式、

【数 1】

$$T_A \leq \frac{1}{2} \left\{ \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \right\}$$

にて決定した、2 番目以上 N 番目以下となる A 番目のフィールドの時間分割比 T_A でもって多階調表示を行うとともに、各階調表示要素を独立して制御可能としていることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】上記制御手段は、次式、

【数 2】

$$T_B \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{B-1} S_m T_n \right) + 1$$

にて決定した、2 番目以上 A-1 番目以下となるフィールドの時間分割比 T_B でもって多階調表示を行うことを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 3】上記制御手段は、複数の階調表示要素の組み合わせにより表示される階調のレベルが次のレベルに階調遷移する際に、各レベルの輝度の差に生じる階調誤差を 1 レベル未満とするように、上記フィールドの時間分割比を決定することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 4】上記制御手段は、A 番目以上 N 番目以下となるフィールドを全て等しい時間幅とすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 5】上記制御手段は、1 つの階調表示要素が点灯状態にあるレベルから、該階調表示要素が非点灯状態となるレベルに階調を遷移する際に、該階調表示要素のフィールドが n 番目（ただし $1 \leq n < N$ ）であれば、n+1 番目以上となるフィールドで、該階調表示要素と同じ副画素を含む階調表示要素を非点灯状態から点灯状態とすることを特徴とする請求項 1、2 または 4 記載の表示装置。

2

【請求項 6】1 つの画素を構成する上記副画素が 2 個であり、各副画素の面積比が $1 : 2$ であるとともに、上記フィールドの数が 4 であり、該フィールドの時間分割比が $1 : 4 : 8 : 8$ であることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マトリクス状に複数の画素を配置し、各画素を複数の副画素に分割しているパネルを備える表示装置に関するものであり、特に、面積分割駆動法と時間分割駆動法とを組み合わせる上記副画素を点灯状態とするデジタル階調表示の駆動法を用いる表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】メモリ性を有するマトリクス型表示装置は、特開平 5-107521 号公報に開示されている相転移形液晶表示装置の他に、特開平 3-20715 号公報に記載された強誘電性液晶表示装置、特開平 6-43829 号公報に開示されているプラズマ表示装置などがある。

【0003】一般に、マトリクス型表示装置には、共通して、走査電極毎に独立した選択期間が必要となるので同時に複数の走査電極を選択することができないという特徴がある。

【0004】上記のような表示装置の階調表示方法としては、代表的に、(1) 時間分割駆動法、(2) 画素分割駆動法、(3) 時間分割駆動法と画素分割駆動法とを組み合わせる駆動法が挙げられる。以下に、それぞれの駆動法について説明する。

【0005】(1) の駆動法は、1 フレームを複数のフィールドに均等に分割し、各フィールドで独立に 2 値のデータに基づいて表示を行うことによって 2^N レベルを実現することができる（特開平 5-88646 号公報参照）。また、1 フレームを $1 : 2 : 4 : \dots : 2^{N-1}$ （N は自然数）の時間間隔で複数のフィールドに分割する駆動法もある（特開平 6-18854 号公報参照）。このような時間分割駆動法では、1 フレーム内で同じ走査電極を独立に N 回走査するので、1 つの走査電極を選択する各フィールドが 1 フレームの $1/N$ にまで短くなり、1 本の走査期間を選択する選択期間もまた短くなる。したがって、これに伴い、データの周波数が N 倍になるという不都合がある。

【0006】さらに他の時間分割駆動法としては、複数のサブフィールドのうち、発光の時間幅が最も長くかつほぼ等しい最上位のサブフィールドを 4 つとし、これら最上位サブフィールドは 2 つ、もしくは 3 つ発光する場合に連続して発光しない規則性をもって画像信号に応じてサブフィールドの発光を制御する駆動法がある（特開平 9-107512 号公報参照）。この駆動法の場合、たとえばサブフィールドの数を 10 とすると、各サブフ

3

フィールドの発光時間幅の比を 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 48 : 48 : 48 : 48 とする。これによって、1 フィールド内の発光を分散し、デジタル階調特有のノイズ（動画偽輪郭）を減少させることができる。

【0007】(2)の駆動法は、1画素を 1 : 2 : 4 : … : 2^{N-1} の面積比の副画素に分割し、各副画素を独立に 2 値のデータに基づいて駆動することによって 2^N レベルを実現することができる。この画素分割駆動法を適用するには、表示セルにおいて、1画素が複数に分割されていなければならない、そのために表示セルの構造が複雑になるという不都合がある。例えば、1 : 2 : 4 の分割比で 1 画素を分割する場合、画素を分割するだけでなく分割された副画素を独立して駆動するために、各副画素にそれぞれ対応する電極を設ける必要がある。しかしながら、このような電極構造のみを用いて高精細に表示を行うことができる液晶セルを製作することは、電極構造の複雑化を招くので非常に難しい。

【0008】(3)の駆動法は、特開平 7-152017 号公報などに開示されている。以下に、このような駆動法を詳細に説明する。

【0009】ここで述べる駆動法では、1 フレームを 3 つに分割する時間分割と、1 画素を 2 つに分割する画素分割とを用いる。図 3 は、この駆動法によって 64 レベルを表示する場合の階調表示パターンを示している。以降、時間分割における各フィールドを T_n ($n=1, 2, 3, \dots$) とし、画素分割における各副画素を S_m ($m=1, 2, 3, \dots$) とする。

【0010】時間分割では、1 : 4 : 16 = T_1 : T_2 : T_3 の比で 1 フレームを分割し、画素分割では、1 : 2 = S_1 : S_2 の比で 1 画素を分割している。図 3 は、1 レベル毎に 3 つの画素を示しているが、これらは 3 つに分割された各期間での同一画素の表示パターンを表している。したがって、3 つの画素は、左から 1 : 4 : 16 の輝度で表示を行う。また、1 画素は、1 : 2 の面積比で 2 つの副画素に分割されており、各副画素は、同時に走査され、かつ独立して駆動されるようになっている。

【0011】例えば、全ての画素が点灯しない状態を階調のレベルを“0”とすると、 T_1 における S_1 のみが点灯する場合がレベル“1”であり、続いて T_1 における S_2 のみが点灯する場合がレベル“2”である。さらに、 T_1 における S_1 および S_2 がともに点灯する場合がレベル“3”である。 T_2 では、 T_1 の 4 倍の輝度で表示を行うので、レベル“4”については、 S_1 のみが点灯することによって、レベル“3”より高い輝度での表示が可能である。

【0012】このように、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ とすると、表示パターンによって互いに階調数（階調のレベルの数）が重なり合うことがない。そのため、2 bit の画素分割および 3 bit の時間分

4

割により、最大 64 レベル ($2^{2 \cdot 3} = 2^6 = 64$ レベル) の表示が可能となる。このような時間分割比 T_A は次式で算出される。

【0013】

【数 3】

$$T_A \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \quad \dots \textcircled{5}$$

【0014】ただし、上記式は一般式であり、時間分割数を Nbit、画素分割数を Mbit とし、 $2 \leq A \leq N$ である。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような(3)の駆動法を用いる場合、すなわち図 3 に示すような時間分割と面積分割とを用いて多階調を表示する場合、面積分割の面積誤差が 1 レベルの階調遷移における輝度の誤差に大きな影響を与えることになる。

【0016】たとえば、図 3 に示した階調表示パターンと該階調表示パターンに対して予想される輝度の関係を考える。この場合、図 9 あるいは図 10 に示すような、横軸が上記階調表示パターンの階調数（レベル）を、縦軸が該階調表示パターンに対して予想される輝度を表す階調直線性のグラフを用いて上記関係を見ると、面積分割比、時間分割比がそれぞれ理想的に 1 : 2、1 : 4 : 16 に分割されていれば、0 階調から 63 階調までは直線となるはずである。

【0017】ところが、分割された副画素の理想の面積比は $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であるが、実際には、たとえば $S_1 : S_2 = 1 : 2 \pm d$ となるような面積誤差 d が生じる。この場合、図 9 あるいは図 10 に示すように、16、42、48 レベルで階調の逆転が観測されることになる。なお、図 9 のグラフは、面積誤差 $d = \pm 0.13$ の場合における階調直線性を示しており、図 10 のグラフは、面積誤差 $d = \pm 0.3$ の場合における階調直線性を示している。

【0018】上記階調の逆転が生じる原因を説明する。たとえば、31 レベルから 32 レベルへの階調遷移に注目した場合に、上記面積誤差 d と 1 レベルの階調遷移に伴う階調誤差 D との関係について考える。まず、図 11 (a)・(b) に示すような横長の階調表示パターンにおいて、31 レベルおよび 32 レベルのレベル表示を表現する。この図 11 (a)・(b) の階調表示パターンは、図 3 に示すような階調表示パターンにおいて、さらに時間の長さを明確に表すためのものである。

【0019】図 11 (a)・(b) では、横軸は時間の長さを表しており、 $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ に分割されている。また縦方向は副画素の面積比で $S_1 : S_2 = 1 : 2$ に分割されている。分割された長方形または正形状の領域は階調表示要素を表している。また、その中に記載している数字は、該階調表示要素における

5

$S_1 \cdot S_2$ の何れかと $T_1 \sim T_3$ の何れかとをかけたものであり、該階調表示要素における輝度のレベルを示す。白抜けしている階調表示要素は点灯状態を示している一方、網かけしている階調表示要素は非点灯状態を示している。

【0020】たとえば31レベルは図11(a)に示す状態であり、その輝度は白抜けした各階調表示要素の面積の総和となる。すなわち、31レベルの輝度 G_{31} は次のように表現される。

【0021】

$$\begin{aligned} G_{31} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 1) + (2 \times 1) \} \\ &+ \{ (1 \times 4) + (2 \times 4) \} \\ &+ \{ (1 \times 16) + (2 \times 0) \} \\ &= 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 0 = 31 \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

一方、32レベルは図11(b)に示す状態であり、その輝度 G_{32} は、次のように表現される。

【0022】

$$\begin{aligned} G_{32} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 0) + (2 \times 0) \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + (2 \times 0) \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + (2 \times 16) \} \\ &= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 32 = 32 \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

このように面積分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ で理想的に分割されているときは、何の問題もなく階調の逆転も生じない。

【0023】一方、図12(a)・(b)に示すように、面積分割比に面積誤差 $+d$ が生じている場合について考える。この面積誤差 $+d$ は S_2 に生じているものとする、面積分割比は $S_1 : S_2 = 1 : 2 + d$ となる。この場合、31レベル(図12(a)参照)および32レベル(図12(b)参照)の輝度 $G_{31} \cdot G_{32}$ は、それぞれ次のように表現される。

【0024】

6

$$\begin{aligned} G_{31} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 1) + \{ (2 + d) \times 1 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 4) + \{ (2 + d) \times 4 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 16) + \{ (2 + d) \times 0 \} \} \\ &= 1 + (2 + d) + 4 + (8 + 4d) + 16 + 0 \\ &= 31 + 5d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_{32} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ 10 \quad &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 0) + \{ (2 + d) \times 0 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + \{ (2 + d) \times 0 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + \{ (2 + d) \times 16 \} \} \\ &= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + (32 + 16d) = 32 + 16d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

したがって G_{31} と G_{32} の輝度の差は、次のようになる。

【0025】

$$\begin{aligned} G_{32} - G_{31} &= (32 + 16d) - (31 + 5d) \\ 20 \quad &= 1 + 11d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

つまり、31レベルから32レベルへの1レベルの階調遷移において11dの階調誤差Dが発生することになる。それゆえ、たとえば $d = 0.3$ であれば、階調誤差Dは $11d = 11 \times 0.3 = 3.3$ レベルとなる。その結果、図9・10に示す32レベル付近に見られるような階調の逆転が観測されることになる。

【0026】上記1レベルの階調遷移における階調誤差Dは、上記画素分割における面積誤差 d に依存し、次式で表すことができる。なお、 α は任意の係数である。

$$30 \quad \text{【0027】 } D = \alpha \cdot d \text{ [レベル]} \dots$$

この式からわかるように、画素を分割した際の面積誤差 d とその係数 α とに大きな影響を受けることになる。

【0028】図3に示す64レベルの階調表示パターンに対応する1レベルの階調遷移毎における上記係数 α を、表1に示す。

【0029】

【表1】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		α	階調	T ₁		T ₂		T ₃		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂			S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	0	0	0	0	0	0	-1	32	0	0	0	0	0	1	11
1	1	0	0	0	0	0	0	33	1	0	0	0	0	1	0
2	0	1	0	0	0	0	1	34	0	1	0	0	0	1	1
3	1	1	0	0	0	0	0	35	1	1	0	0	0	1	0
4	0	0	1	0	0	0	-1	36	0	0	1	0	0	1	-1
5	1	0	1	0	0	0	0	37	1	0	1	0	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1	38	0	1	1	0	0	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0	39	1	1	1	0	0	1	0
8	0	0	0	1	0	0	3	40	0	0	0	1	0	1	3
9	1	0	0	1	0	0	0	41	1	0	0	1	0	1	0
10	0	1	0	1	0	0	1	42	0	1	0	1	0	1	1
11	1	1	0	1	0	0	0	43	1	1	0	1	0	1	0
12	0	0	1	1	0	0	-1	44	0	0	1	1	0	1	-1
13	1	0	1	1	0	0	0	45	1	0	1	1	0	1	0
14	0	1	1	1	0	0	1	46	0	1	1	1	0	1	1
15	1	1	1	1	0	0	0	47	1	1	1	1	0	1	0
16	0	0	0	0	1	0	-5	48	0	0	0	0	1	1	-5
17	1	0	0	0	1	0	0	49	1	0	0	0	1	1	0
18	0	1	0	0	1	0	1	50	0	1	0	0	1	1	1
19	1	1	0	0	1	0	0	51	1	1	0	0	1	1	0
20	0	0	1	0	1	0	-1	52	0	0	1	0	1	1	-1
21	1	0	1	0	1	0	0	53	1	0	1	0	1	1	0
22	0	1	1	0	1	0	1	54	0	1	1	0	1	1	1
23	1	1	1	0	1	0	0	55	1	1	1	0	1	1	0
24	0	0	0	1	1	0	3	56	0	0	0	1	1	1	3
25	1	0	0	1	1	0	0	57	1	0	0	1	1	1	0
26	0	1	0	1	1	0	1	58	0	1	0	1	1	1	1
27	1	1	0	1	1	0	0	59	1	1	0	1	1	1	0
28	0	0	1	1	1	0	-1	60	0	0	1	1	1	1	-1
29	1	0	1	1	1	0	0	61	1	0	1	1	1	1	0
30	0	1	1	1	1	0	1	62	0	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	0	0	63	1	1	1	1	1	1	0

【0030】表1では、最も左のカラムが階調のレベルを示しており、最も右のカラムが係数 α の実際の数値を示している。また、T₁～T₃の各カラムにおけるS₁・S₂のサブカラムは、上述した図12(a)・(b)に示す階調表示要素の点灯状態を示すものであり、0が非点灯状態、1が点灯状態である。

【0031】表1からわかる通り、係数 α はおおむね0～±1となっているが、31レベルから32レベルへの階調遷移では $\alpha=11$ であり、また15レベルから16レベルへの階調遷移および47レベルから48レベルへの階調遷移では $\alpha=-5$ となっている。すなわち、上記

3つの1レベルの階調遷移において階調誤差Dが大きくなるため、図9・10で見られるような階調の逆転が発生する。

【0032】上記係数 α の値は、時間分割比が増加するとさらに大きくなる。たとえば、画素の面積分割比
30 S₁ : S₂ = 1 : 2は上述した条件と同一とし、1フレームの時間分割比を、T₁ : T₂ : T₃ : T₄ = 1 : 4 : 16 : 64とすると、表2に示すように、最大256レベルの階調表示が可能となる。

【0033】

【表2】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α	階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂			S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	(1)		0	0	0	0	0	0	-	128	(1)		0	0	0	1	0	1	43
15			0	0	0	0	0	0	0	143			0	0	0	0	1	0	0
16	(1)		1	0	0	0	0	0	-5	144	(1)		1	0	0	1	0	1	-5
31			1	0	0	0	0	0	0	159			1	0	0	1	0	1	0
32	(1)		0	1	0	0	0	0	11	160	(1)		0	1	0	1	0	1	11
47			0	1	0	0	0	0	0	175			0	1	0	1	0	1	0
48	(1)		1	1	0	0	0	0	-5	176	(1)		1	1	0	1	0	1	-5
63			1	1	0	0	0	0	0	191			1	1	0	1	0	1	0
64	(1)		0	0	1	0	0	0	-21	192	(1)		0	0	1	1	0	1	-21
79			0	0	1	0	0	0	0	207			0	0	1	1	0	1	0
80	(1)		1	0	1	0	0	0	-5	208	(1)		1	0	1	1	0	1	-5
95			1	0	1	0	0	0	0	223			1	0	1	1	0	1	0
96	(1)		0	1	1	0	0	0	11	224	(1)		0	1	1	1	0	1	11
111			0	1	1	0	0	0	0	239			0	1	1	1	0	1	0
112	(1)		1	1	1	0	0	0	-5	240	(1)		1	1	1	1	0	1	-5
127			1	1	1	0	0	0	0	255			1	1	1	1	0	1	0

【0034】表2では、T₁ および T₂ のカラムに示している (3) の部位には、図14 (c) に示す16レベル毎の基本的な遷移パターン3が入ることを示している。また、T₃ および T₄ 各カラムにおける「0...0」または「1...1」は、全て「0」または「1」が入ることを示している。

【0035】表2に示すような256レベルの階調表示パターンの場合、係数 α のカラムからわかる通り、係数 $\alpha=11$ あるいは $\alpha=-21$ という大きな数値が見られ、特に、127レベルから128レベルへの階調遷移においては $\alpha=43$ という非常に大きな数値が見られる。その結果、たとえば面積誤差 $d=0.3$ であるならば、階調誤差 $D=43 \times 0.3=12.9$ レベルとなり、1レベルの階調遷移に際して極めて大きな階調誤差 D が生じることになる。

【0036】また、上記256レベルの階調表示パターンにおける輝度と階調の関係を見ると、図13に示すように、輝度が大きく逆転していることがわかる。それゆえ、良好な階調表現ができなくなってしまう。

【0037】このように、輝度と階調との関係において生じる階調の逆転は、面積誤差 d とその係数 α とに大きく影響される。実際には、上記面積誤差 d はパネルを作成する上で必ず生じるものであり、特に、高精細な画像を追求し画素ピッチを小さくすればするほど、また生産工程が複雑になればなるほど、上記面積誤差 d は増加する傾向にある。さらに、上下のパネルを貼り合わせる際に、貼り合わせのズレなどによりパネル内の各場所で異なる誤差が生ずる可能性もある。

【0038】それゆえ、面積誤差 d を無くすのではなく、上記係数 α を小さくする階調表示パターンを用いることが、階調誤差 D の解消には現実的である。したがっ

て、上記係数 α をできる限り小さくするような階調表示パターンを用いることにより、ある程度面積誤差 d が生じて階調の逆転がないような多階調表示技術が求められている。

【0039】なお、上述した特開平9-107512号公報に開示されている、上位の時間分割比を2分割し、かつ独立に制御する技術を用いれば、画素に分割に面積誤差 d が生じて階調の逆転を回避することが可能である。上記公報の技術は本発明とは異なる目的を達成するためのものであるが、結果的に、面積誤差 d が生じて階調の逆転を回避することができる。ところが、上記公報の技術は、時間分割駆動法のみに対応する技術であって、本発明のような面積分割駆動法と時間分割駆動法とを組み合わせた階調表示技術には対応することができない。

【0040】本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであって、異なる方法を組み合わせた階調駆動法を用いる表示装置において、該階調駆動法に応じて適正な選択期間を確保して多階調表示を実現し、さらには、累積応答による階調の逆転をなくした多階調表示を実現した表示装置を提供することを目的としている。

【0041】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、マトリクス状に複数の画素が配置され、1つの画素が複数の副画素に分割されているパネルと、画像信号の1フレーム内の時間幅を分割してなる複数のフィールドのうちの1つに基づいて、1つの副画素を所定時間点灯状態とする制御を行う制御手段とを備えており、さらに該制御手段は、1フィールドの時間幅で点灯状態となる1つの副画素を1つの階調表示要素とすることで、これら階調表示要素

を複数組み合わせる多階調表示を行う表示装置において、1つの画素を構成する上記副画素がN個であり、各副画素の面積比が $1:S_2:S_3:\dots:S_N$ であるとともに、上記フィールドの数がNであり、該フィールドの時間分割比が $1:T_2:T_3:\dots:T_N$ であるとする

と、上記制御手段は、次式、

【0042】

【数4】

$$T_A \leq \frac{1}{2} \left\{ \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \right\}$$

【0043】にて決定した、2番目以上N番目以下となるA番目のフィールドの時間分割比 T_A でもって多階調表示を行うとともに、各階調表示要素を独立して制御可能としていることを特徴としている。

【0044】従来では、1フレームの時間幅を複数のフィールドに分割した際に、上位のフィールドの時間分割比が大き過ぎると階調の1レベルの階調遷移に際しての階調誤差が大きくなっていた。これは、副画素に生じる面積誤差により、該面積誤差分の輝度が上記フィールドによって増幅されるためであった。

【0045】これに対して、上記請求項1記載の構成によれば、上記式によって上位のフィールドの時間幅をさらに分割するようにフィールドの時間分割比を決定するため、1レベルの階調遷移における階調誤差を小さくすることができる。それゆえ、1レベルの階調遷移における階調の逆転の発生を防止して、より一層優れた階調表示を実現することができる。

【0046】本発明の請求項2記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項1記載の構成に加えて、上記制御手段は、次式、

【0047】

【数5】

$$T_B \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{B-1} S_m T_n \right) + 1$$

【0048】にて決定した、2番目以上A-1番目以下となるフィールドの時間分割比 T_B でもって多階調表示を行うことを特徴としている。

【0049】上記請求項2記載の構成によれば、階調誤差の大きさが多階調表示に大幅な影響を与える程度でなければ、フィールドの時間幅を制限しないので、階調誤差の増大を抑制することができるとともに、表現できる階調数（階調のレベルの数）の大幅な低減を回避することができる。

【0050】本発明の請求項3記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項1または2記載の構成に加えて、上記制御手段は、複数の階調表示要素の組み合わせにより表示される階調のレベルが次のレベルに階調遷移する際に、各レベルの輝度の差に生じる階調誤差

を1レベル未満とするように、上記フィールドの時間分割比を決定することを特徴としている。

【0051】上記請求項3記載の構成によれば、1レベルの階調遷移における階調誤差を1レベル未満にするので、上記請求項1または請求項2の表示装置において得られる効果をより一層向上させることができる。

【0052】本発明の請求項4記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項1または2記載の構成に加えて、上記制御手段は、A番目以上N番目以下となるフィールドを全て等しい時間幅とすることを特徴としている。

【0053】上記請求項4記載の構成によれば、A番目以上N番目までのフィールドの時間幅を全て同一とするので、階調誤差の増大を抑制しつつ、表現できる階調数を増加させることが可能となる。

【0054】本発明の請求項5記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項1、2または4記載の構成に加えて、上記制御手段は、1つの階調表示要素が点灯状態にあるレベルから、該階調表示要素が非点灯状態となるレベルに階調を遷移する際に、該階調表示要素のフィールドがn番目（ただし $1 \leq n < N$ ）であれば、n+1番目以上となるフィールドで、該階調表示要素と同じ副画素を含む階調表示要素を非点灯状態から点灯状態とすることを特徴としている。

【0055】上記請求項5記載の構成によれば、上記階調表示要素が有していた輝度の誤差を、新たに点灯状態となる別の階調表示要素に並行移動させるように1レベルの階調遷移が実行される。それゆえ、1レベルの階調遷移における階調誤差の増大をより効果的に抑制することができる。

【0056】本発明の請求項6記載の表示装置は、上記の課題を解決するために、請求項4または5記載の構成に加えて、1つの画素を構成する上記副画素が2個であり、各副画素の面積比が1:2であるとともに、上記フィールドの数が4であり、該フィールドの時間分割比が1:4:8:8であることを特徴としている。

【0057】上記請求項6記載の構成によれば、請求項4または5記載の構成で得られる効果をより一層向上させることができる。

【0058】

【発明の実施の形態】
【実施の形態1】本発明の実施の一形態について図2に基づいて説明すれば、以下の通りである。本発明にかかる表示装置は、図2(a)に示すように、互いに交差する複数の走査電極2…および複数の信号電極3…と、上記各交差部にマトリクス状に配置され、画像信号の1フレームの時間幅内で点灯状態となる複数の画素4…とを備えているパネル5を有するものである。

【0059】上記各画素4は、図2(b)に示すように複数の副画素6からなっている。換言すれば、1つの画

素 4 は複数の副画素 6 に分割されている。なお、図 2 (b) では副画素 6 は 2 つとなっている。

【0060】上記画素 4 は画像信号の 1 フレームの時間幅内で点灯状態となるが、このとき、各副画素 6 は、上記 1 フレーム内の時間幅を分割してなる複数のフィールドのうちの 1 つにしたがって所定時間点灯状態となるように、図 2 (a) に示すような制御手段 7 によって制御される。

【0061】さらに、該制御手段 7 は、上記 1 フィールドの時間幅における 1 つの副画素 6 の点灯状態を 1 つの階調表示要素として、この階調表示要素を複数組み合わせさせて多階調表示を行う。つまり、階調表示要素の組み合わせにより複数の階調のレベルを表示することが可能になるので、多階調の表示を実現できる。

【0062】ここで、上記制御手段 7 による制御、すなわち本発明にかかる表示装置における多階調表示のための階調表示の駆動法には、1 つの画素 4 を M 個に分割する画素分割 (分割数 Mbit) と、1 フレームを N 個に分割する時間分割 (分割数 Nbit) とが用いられる。以降、画素分割における各副画素 6 およびその面積比を S_m ($1 \leq m \leq M$, m は整数) で表し、時間分割における各フィールドおよびその時間分割比を T_n ($1 \leq n \leq N$, n は整数) で表す。また $S_1 = 1$ 、 $T_1 = 1$ とする。

【0063】たとえば、1 つの画素 4 を S_1 および S_2 の 2 つに分割する ($M=2$) とともに、画素分割比 (副画素の面積比) を $S_1 : S_2 = 1 : 2$ とする。同時に、1 フレームを 3 つに分割する ($N=3$) とともに、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ に分割すると、多階調表示が可能となる。

【0064】つまり、 $T_1 \sim T_3$ のそれぞれにおいて、 S_1 および S_2 が全て非点灯状態であるときの輝度を 0 とし、1 レベル毎に輝度を増加させて、最終的に S_1 および S_2 が全て点灯状態にあるときの輝度を最大とする。それゆえ、上記の条件では、全て非点灯状態にあるときの輝度を 0 レベルとして、 $T_1 \sim T_3$ のそれぞれにおいて S_1 、 S_2 、または、 S_1 および S_2 が点灯することによって、1 レベル毎に階調遷移し、最大 64 レベルまでの表示が可能となる。

【0065】上記の多階調表示において、 n 番目のフィールドにて点灯状態にある m 番目の副画素を階調表示要素とする。以降、この階調表示要素を $S_m \cdot T_n$ と表現する。たとえば上記の $M=2$ 、 $N=3$ の条件では、階調表示要素は、 $S_1 \cdot T_1$ 、 $S_2 \cdot T_1$ 、 $S_1 \cdot T_2$ 、 $S_2 \cdot T_2$ 、 $S_1 \cdot T_3$ 、 $S_2 \cdot T_3$ の 6 つが存在する。なお、この階調表示要素はそれぞれ独立に制御可能である。つまり、パネル 5 における副画素 6 は、制御手段 7 によってそれぞれ独立して点灯状態となるように制御される。

【0066】ここで、上記 64 レベルの多階調表示にお

いて、任意の階調レベルを K レベル ($0 \leq K < 63$ 、 K は整数) とすると、 K レベルから $K+1$ レベルへの 1 レベルの階調遷移がなされた際に生ずる輝度の階調誤差 D は次式によって定義される。ただし、 K レベルの輝度を G_K [レベル] とし、 $K+1$ レベルの輝度を G_{K+1} [レベル] とする。

【0067】

$$D = | (G_{K+1} - G_K) - 1 \text{ レベル} | \cdots$$

この階調誤差 D は、上記画素分割において生じる面積誤差に依存する。すなわち、画素分割比は、理想的には $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であっても、実際には、 $S_1 : S_2 = 1 : 2 + d$ と、面積誤差 d が生じてしまう。したがって階調誤差 D はこの面積誤差 d により次式で表される。なお、 α は任意の係数である。

【0068】 $D = \alpha \cdot d$ [レベル] \cdots

このような面積誤差 d が生じておれば、画素分割と時間分割とを組み合わせた多階調表示では、輝度の逆転が生じてしまう。そこで、この輝度の逆転のない階調遷移を実現しようとする、従来の技術では、時間分割の条件が、1 フレームを 2 つに分割 ($N=2$) し、かつ、時間分割比が $T_1 : T_2 = 1 : 4$ までしか対応できない。それゆえ、表現可能な階調数は 16 レベルしか得られず、十分な多階調表示を実現できない。

【0069】そこで、本発明では、画素分割における上記面積誤差 d を回避したいものとして、多階調表示における 1 レベルの階調遷移に際して、上記係数 α を抑えるように駆動法を制御する。具体的には、上記式より係数 $\alpha \leq 1/d$ に抑えるような駆動法であることが好ましい。

【0070】従来の駆動法では、上記係数 α の大きくなる原因として、A 番目のフィールドの時間分割比 T_A が大きい点が挙げられる。この時間分割比 T_A が大きすぎると、1 レベルの階調遷移に際して、この T_A を含まない階調表示要素から T_A を含む階調表示要素へ点灯状態が変化すると、非常に大きな係数 α が生ずる場合がある。

【0071】たとえば、副画素 S_1 および S_2 において、 S_2 が面積誤差 d を有し、階調表示要素 $S_1 \cdot T_A$ が点灯している K レベルから、 $S_1 \cdot T_A$ が消灯して $S_2 \cdot T_A$ が点灯する $K+1$ レベルに階調遷移する。このとき $T_1 = 1$ 、 $T_A = 16$ とすると、 S_2 が有する面積誤差 d に基づく $S_2 \cdot T_A$ の輝度の誤差は、 T_1 を含む階調表示要素 $S_1 \cdot T_1$ に比べて 16 倍にもなる。これが係数 α を大きくする原因となる。

【0072】そこで本発明では、制御手段 7 により、最上位の時間分割比をさらに分割する制御を実行させる。たとえば上述した $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ の時間分割比において、最上位の T_3 をさらに $T_3 = T_4 = 8$ (すなわち、 $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$) や、 $T_3 = T_4 = T_5 = 6$ (すなわち、 $T_1 :$

15

$T_2 : T_3 : T_4 : T_5 = 1 : 4 : 6 : 6 : 6$ のように等分に分割したり、 $T_3 = 6$ 、 $T_4 = 10$ のように分割したりする。このように最上位の時間分割比をさらに分割することによって、上記面積誤差 d に基づく階調表示要素における輝度の誤差をより小さくすることができる。その結果、階調誤差 D の増大を抑制することができる。

【0073】従来の駆動法では、 A 番目 ($2 \leq A \leq n$) のフィールドの時間分割比 T_A は、次式にて決定される。

【0074】

【数6】

$$T_A \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \quad \cdots \textcircled{5}$$

【0075】本発明にかかる表示装置では、上記式の右辺をさらに $1/2$ 以下とし、かつ各階調表示要素を独立に制御可能とすることによって、時間分割比が大き過ぎるフィールド T_A の時間幅を分割する。すなわち、制御手段 7 が、時間分割比の大き過ぎるフィールド T_A の時間幅を制限することによってパネル 5 の駆動を制御し、多階調表示を行う。このような制御を以下、第 1 の手段とする。この場合の A 番目のフィールドの時間分割比 T_A は次式にて決定される。

【0076】

【数7】

$$T_A \leq \frac{1}{2} \left\{ \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \right\} \quad \cdots \textcircled{6}$$

【0077】これによって、1 レベルの階調遷移における階調誤差 D の係数 α を小さくし、1 レベルの階調遷移における階調の逆転の発生を防止して、より一層優れた階調表示を実現する。

【0078】たとえば、第 1 の手段を適用した多階調表示の例として、1 フレームを 4 つに分割し ($N=4$)、上記式から、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 2 : 4 : 8$ とする。これによって時間分割が 4 bit で最大 46 レベルの階調表示が実現できる。このときの階調表示パターンを表 3 および 4 に示す。

【0079】

【表3】

10

20

30

40

50

16

	1	2	2	4	4	8	8	16	
階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	0	0	1
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0	0	1
7	1	0	1	1	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	0	0	0	0	1
9	1	1	1	1	0	0	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0	0	0	—
11	1	1	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	1	1	0	0	0	0	1
13	1	0	1	1	0	0	0	0	0
14	0	0	1	1	0	1	0	0	3
15	1	0	1	1	0	1	0	0	0
16	0	0	1	1	0	1	0	0	1
17	1	0	1	1	0	1	0	0	0
18	0	0	1	1	1	1	0	0	—
19	1	0	1	1	1	1	0	0	0
20	0	1	1	1	1	1	0	0	1
21	1	1	1	1	1	1	0	0	0
22	0	0	1	1	0	1	1	0	—
23	1	0	1	1	0	1	1	0	0
24	0	1	1	1	0	1	1	0	1
25	1	1	1	1	0	1	1	0	0
26	0	0	1	1	1	1	1	0	—
27	1	0	1	1	1	1	1	0	0
28	0	1	1	1	1	1	1	0	1
29	1	1	1	1	1	1	1	0	0

【0080】

【表4】

		1	2	2	4	4	8	8	16	
階調	T_1		T_2		T_3		T_4		α	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2		
30	0	0	1	1	0	1	0	1	7	
31	1	0	1	1	0	1	0	1	0	
32	0	1	1	1	0	1	0	1	1	
33	1	1	1	1	0	1	0	1	0	
34	0	0	1	1	1	1	0	1	-1	
35	1	0	1	1	1	1	0	1	0	
36	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
37	1	1	1	1	1	1	0	1	0	
38	0	0	1	1	0	1	1	1	1	
39	1	0	1	1	0	1	1	1	0	
40	0	1	1	1	0	1	1	1	-1	
41	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
42	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	
43	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
44	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
45	1	1	1	1	1	1	1	1	0	

【0081】表 3 および 4 からわかるように、この 46 レベルの階調表示では、上記係数 α はほとんどが 0 または ± 1 となっており、13 レベルから 14 レベルへの階調遷移において $\alpha = 3$ 、29 レベルから 30 レベルへの階調遷移において $\alpha = 7$ が見られるのみである。すなわち、第 1 の手段を用いることにより、係数 α の最大値を 7 に抑えることが可能になる。

【0082】さらに、上記第 1 の手段を用いる場合や実施の形態 2 で詳述する第 2 の手段を用いる場合には、上記制御手段 7 は、上記式で定義した階調誤差 D が常に 1 レベル未満となるようにフィールド T_n の時間分割比

を決定し、かつ各階調表示要素を独立に制御することが好ましい。

【0083】つまり、複数の階調表示要素の組み合わせにより表示される階調のレベルが次のレベルに階調遷移する際に、各レベルの輝度の差に生じる階調誤差Dを1レベル未満とするように、上記フィールド T_n の時間分割比を決定することが好ましい。この制御を以下、第3の手段とする。これによって、第1の手段や第2の手段における効果をより一層向上させることができる。

【0084】たとえば、式 における係数 α を面積誤差dの逆数($1/d$)未満となるようにする。具体的には、面先誤差 $d=0.3$ であれば、 $\alpha < 1/0.3$ 、すなわち $\alpha < 3$ とする。これによって階調誤差Dは常に1レベル未満となるので、階調の逆転が生じず、良好な階調表示が可能となる。

【0085】このように第1の手段を適用し、好ましくは第3の手段も適用することによって、係数 α の最大値を抑制することができる。その結果、階調誤差Dの増大を回避して、より優れた多階調表示を実現することができる。

【0086】〔実施の形態2〕本発明の実施の他の形態について説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態における表示装置の構成や制御の各条件は、特に限定のない限り前記実施の形態1と同一であるので、その詳細な説明は省略する。

【0087】前述した実施の形態1では、係数 α の最大値を7に抑えることができるものの、 $T_1=1$ を除く全てのフィールド $T_2 \sim T_N$ の時間分割比を式 で決定すると、実際に表現可能な階調数は、時間分割のbit数や画素分割のbit数から設定される本来表現可能な階調数よりも少なくなってしまうおそれがある。

【0088】具体的には、画素分割数が2bitであり時間分割比の数が4bitであるので、実施の形態1の条件下では、最大 $2^{2 \cdot 4} = 2^8 = 256$ レベルの階調表示が可能となる。しかしながら、上記式 によってフィールド $T_2 \sim T_N$ の時間幅を制限しているの、実際には46レベルしか表現できず、表現できる階調の階調数は少なくなっている。

【0089】そこで、本発明にかかる表示装置では、1レベルの階調遷移における階調誤差Dが小さいような場合には、上記第1の手段を適用しないように、制御手段7がパネル5の駆動を制御する。具体的には、制御手段7は、前記実施の形態1において式 で時間幅を制限したフィールド T_A より下位となる2番目からA-1番目までのフィールド T_B ($2 \leq B \leq A-1$)の時間分割比を前記式 と同じ式である次式 にて決定する。このような制御を以下、第2の手段とする。

【0090】

【数8】

$$T_B \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{B-1} S_m T_n \right) + 1 \quad \cdots \textcircled{2}$$

【0091】つまり、表現できる階調数をできる限り増やすために、時間分割比 $T_1 \sim T_n$ のうち、A番目より下位となるフィールド $T_2 \sim T_{A-1}$ は従来の式 と同じく上記式 を用いて時間分割比を決定し、A番目からN番目のフィールド $T_A \sim T_N$ までは式 を用いて時間分割比を決定する。

10 【0092】たとえば画素分割比 $S_1 : S_2 = 1 : 2 + d$ であるとき、従来の階調表示パターン(表1参照)における7レベルから8レベルに階調遷移する場合を考える。このとき7レベルの輝度 G_7 および8レベルの輝度 G_8 はそれぞれ次のようになる。

【0093】

$$\begin{aligned} G_7 &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 1) + \{ (2+d) \times 1 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 4) + \{ (2+d) \times 0 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \} \} \\ &= 1 + (2+d) + 4 + 0 + 0 + 0 = 7 + d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_8 &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &+ \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &= \{ (1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + \{ (2+d) \times 4 \} \} \\ &+ \{ (1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \} \} \\ &= 8 + 4d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

30 それゆえ G_7 と G_8 との輝度の差は次のようになる。

【0094】

$$\begin{aligned} G_8 - G_7 &= 8 + 4d - (7 + d) \\ &= 1 + 3d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

したがって、階調誤差D=3dレベルであるので、係数 $\alpha=3$ となる(表1参照)。つまり、7レベルから8レベルへの階調遷移では、上記第1の手段を用いなくとも階調誤差Dを十分小さく押さえることができる。

【0095】それゆえ、 T_1 および T_2 のみを含む階調表示要素からなるレベル間での階調遷移に生ずる階調誤差Dは十分小さいと判断し、 T_3 を含む階調表示要素からなるレベル間での階調遷移においてのみ、上記第1の手段を用いるようにする。これが本実施の形態における第2の手段である。

【0096】具体的には、前記実施の形態1において、従来と同様に1フレームを3つに分割($N=3$)するとともに、上記式 を用いて、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 8$ とする。換言すれば、従来における $T_1 \sim T_3$ のうち、2番目までは従来通りの式 を用いて時間分割比を決定し、3番目からは式 を用いて時間分割比を決定することになる。これによって時間分割が3

【表 5】

	1	2	4	8	8	16	
階 調	T_1		T_2		T_3		α
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	
0	0	0	0	0	0	0	-
1	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	-1
5	1	0	1	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	1
8	0	0	0	1	0	0	3
9	1	0	0	1	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0	0
11	1	1	0	1	0	0	1
12	0	0	1	1	0	0	-1
13	1	0	1	1	0	0	0
14	0	1	1	1	0	0	1
15	1	1	1	1	0	0	0
16	0	0	0	1	1	0	-1
17	1	0	0	1	1	0	0
18	0	1	0	1	1	0	1
19	1	1	0	1	1	0	0
20	0	0	1	1	1	0	-1
21	1	0	1	1	1	0	0
22	0	1	1	1	1	0	1
23	1	1	1	1	1	0	0
24	0	0	0	1	0	1	7
25	1	0	0	1	0	1	0
26	0	1	0	1	0	1	1
27	1	1	0	1	0	1	0
28	0	0	1	1	0	1	-1
29	1	0	1	1	0	1	0
30	0	1	1	1	0	1	1
31	1	1	1	1	0	1	0
32	0	0	0	1	1	1	-1
33	1	0	0	1	1	1	0
34	0	1	0	1	1	1	1
35	1	1	0	1	1	1	0
36	0	0	1	1	1	1	-1
37	1	0	1	1	1	1	0
38	0	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	0

【０１００】〔実施の形態３〕本発明の実施の他の形態

【0107】ここで、 $S_1 : S_2 = 1 : 2$ の画素分割比において、 S_2 に面積誤差 $d = \pm 0.13$ （ $\sim 1/7$ ）が生じているとする。この場合、1レベルの階調遷移の

際に発生する階調の逆転をより効果的に回避しようとするならば、係数 α の最大値を7以下（ $d = \pm 1/7$ の逆数）にする（第3の手段を適用する）ことが非常に好ましい。

【0108】従来では、上述した画素分割・時間分割の条件であれば、前述した表1に示すように、31レベルから32レベルへの1レベルの階調遷移にて、面積誤差dの係数 α が $\alpha=1.1$ と大きくなる。

【0109】また、図9の階調直線性のグラフに示すように、31レベルから32レベルへの階調遷移において、階調の逆転が見られる。なお、図9のグラフは、表1の階調表示パターンにおいて、面積誤差 $d = \pm 0.13$ の場合における階調直線性を示している。

【0110】前記実施の形態1にて示したように、階調誤差Dの解消を可能とする従来の技術は、時間分割比が $T_1 : T_2 = 1 : 4$ までである。しかしながらこの場合の表現可能な階調のレベルの数(階調数)は16レベルしかない。そこで、第1の手段および第2の手段を用いて、1フレームを4つに分割し($N=4$)、さらに第4の手段を用いて、上記式から、時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$ とする。

【0111】つまり、上記式で決定しないフィールド T_{A-1} を T_2 ($A=3$) とすることにより、3番目以上 N 番目までのフィールド T_E ($A \leq E \leq N$) を全て等しい値としている。これによって時間分割が4 bit で、係数 α の最大値を7に保ったまま、最大64レベルの階調表示が実現できる。このときの階調表示パターンを表6および7に示す。

【0 1 1 2】

【表 6】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
5	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	3
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0	0	0	1
11	1	1	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	1	1	0	0	0	0	-1
13	1	0	1	1	0	0	0	0	0
14	0	1	1	1	0	0	0	0	1
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0
16	0	0	0	1	1	0	0	0	-1
17	1	0	0	1	1	0	0	0	0
18	0	1	0	1	1	0	0	0	1
19	1	1	0	1	1	0	0	0	0
20	0	0	1	1	1	0	0	0	-1
21	1	0	1	1	1	0	0	0	0
22	0	1	1	1	1	0	0	0	1
23	1	1	1	1	1	0	0	0	0
24	0	0	0	1	0	1	0	0	7
25	1	0	0	1	0	1	0	0	0
26	0	1	0	1	0	1	0	0	1
27	1	1	0	1	0	1	0	0	0
28	0	0	1	1	0	1	0	0	-1
29	1	0	1	1	0	1	0	0	0
30	0	1	1	1	0	1	0	0	1
31	1	1	1	1	0	1	0	0	0

【 0 1 1 3 】

【表 7】

[illegible]

【0114】表6および7からわかるように、この64レベルの階調表示では、上記係数 α は、ほとんどが0または ± 1 となっており、7レベルから8レベルへの階調遷移において $\alpha=3$ 、23レベルから24レベルへの階調遷移および47レベルから48レベルへの階調遷移において $\alpha=7$ が見られるのみである。

【0115】また、図4の階調直線性のグラフに示すように、従来の場合のグラフである図9と比較して、階調の逆転がほとんど見られず、多階調表示において階調直線性が確保されていることがわかる。このように上記第4の手段を用いれば、係数 α の最大値を抑えた状態で、表現できる階調数を増加させることが可能となる。

【0116】なお、図4のグラフは、表6および7の階調表示パターンにおいて、面積誤差 $d=\pm 0.13$ の場合における階調直線性を示しており、横軸が上記階調表示パターンの階調数（レベル）を、縦軸が該階調表示パターンに対して予想される輝度を表している。

【0117】上記第4の手段の適用について図1(a)・(b)に基づいてさらに詳しく説明する。

【0118】上記23レベルは、図1(a)に示すよう

$$\begin{aligned} G_{24} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_4) + (S_2 \cdot T_4) \} \\ &= [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ &\quad + [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 4 \}] \\ &\quad + [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 8 \}] \\ &\quad + [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ &= 0 + 0 + 0 + (8+4d) + 0 + (16+8d) + 0 + 0 \\ &= 24 + 12d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

それゆえ G_{23} と G_{24} との輝度の差は次のようになる。

【0121】

$$\begin{aligned} G_{24} - G_{23} &= 24 + 12d - (23 + 5d) \\ &= 1 + 7d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

すなわち、階調誤差 $D=7d$ レベルとなるので、係数 α は7に抑えられることになる。

【0122】特に、画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ の条件下において、上述した時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$ とするような条件、すなわち、1フレームを時間分割するに当たり、フィールド $T_2=4$ とし、さらに T_2 を超えるフィールド $T_3 \sim T_N$ を全て8とする条件に限定すれば、より良好な多階調表現を実現することができる。

【0123】なお、本実施の形態では、前記第3の手段を用いているため、表6および7の階調表示パターンにおいて、面積誤差 $d=\pm 0.13$ ($\sim 1/7$)の場合に係数 α の最大値を7以下としている。それゆえ、図4に示すグラフでは、ほぼ階調直線性を確保できる。

【0124】これに対して、たとえば、面積誤差 $d=\pm 0.3$ の場合では、第3の手段を適用するなら、係数 α

に、 $S_1 \cdot T_1$ 、 $S_2 \cdot T_1$ 、 $S_1 \cdot T_2$ 、 $S_2 \cdot T_2$ 、および $S_1 \cdot T_3$ の階調表示要素が点灯状態にある。このときの輝度 G_{23} は次のようになる。

【0119】

$$\begin{aligned} G_{23} &= \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ &\quad + \{ (S_1 \cdot T_4) + (S_2 \cdot T_4) \} \\ &= [(1 \times 1) + \{ (2+d) \times 1 \}] \\ &\quad + [(1 \times 4) + \{ (2+d) \times 4 \}] \\ &\quad + [(1 \times 8) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ &\quad + [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ &= 1 + (2+d) + 4 + (8+4d) + 8 + 0 + 0 + 0 \\ &= 23 + 5d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

ここで、24レベルに階調遷移すると、図1(b)に示すように、 $S_1 \cdot T_1$ 、 $S_2 \cdot T_1$ 、 $S_1 \cdot T_2$ および $S_1 \cdot T_3$ が消灯し、代わりに $S_2 \cdot T_3$ が点灯状態になる。すなわち $S_2 \cdot T_2$ および $S_2 \cdot T_3$ が点灯状態になる。このときの輝度 G_{24} は次のようになる。

【0120】

の最大値は約3以下でなければならない。しかしながら、係数 α の最大値が7となっている上記表6および7の階調表示パターンにおいて、面積誤差 $d=\pm 0.3$ であったとしても、図5のグラフに示すように、一部に階調の逆転が見られるものの、階調直線性はかなり向上している。

【0125】具体的には、図10に示すような、従来の階調表示パターン（前記実施の形態1の表1）において、面積誤差 $d=\pm 0.3$ の場合の階調直線性を示したグラフと、図5のグラフと従来のグラフである図10とを比較すれば、第3の手段を用いない場合であっても、階調直線性の向上は明白である。

【0126】また、第3の手段を適用せずに、第4の手段を適用した場合の階調直線性のグラフを図6に示す。このグラフは、表には示さないが、 $S_1 : S_2 = 1 : 2$ 、面積誤差 $d=\pm 0.3$ の条件で、 $A=4$ とすることにより、時間分割比における4番目以上 N 番目までのフィールド T_E ($A \leq E \leq N$)を全て等しい値としている。このときの時間分割比は $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 : T_5 = 1 : 4 : 16 : 32 : 32$ となる。これによっ

て、階調の逆転を完全に解消することはできないが、階調直線性を向上することができる。

【0127】これに対して、図13に示す従来の階調直線性のグラフでは、図6のグラフと比較すれば、階調直線性が明らかに劣っていることがわかる。

【0128】それゆえ、階調の逆転を完全に解消することにこだわらなければ、第3の手段を必ずしも用いなくても、良好な多階調表示が可能となる。

【0129】〔実施の形態4〕本発明の実施の他の形態について図7、図8および図14に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、本実施の形態における表示装置の構成や制御の各条件は、特に限定のない限り前記実施の形態1ないし3と同一であるのでその詳細な説明は省略する。

【0130】前述した実施の形態1ないし3では、従来の駆動法におけるA番目のフィールド T_A の時間分割比が大きい点を回避することによって、係数 α の値を小さくしていた。これに対して本実施の形態では、 T_A の時間分割比が大きいために生ずる、1レベルの階調遷移における階調誤差Dの差が大き過ぎる点を抑制することによって、係数 α の値を小さくしている。

【0131】たとえば、Kレベルでは、 $T_{A-1} \cdot S_1$ 、 $T_{A-1} \cdot S_2$ 、 $T_A \cdot S_1$ の3つの階調表示要素が点灯しており、 $K+1$ レベルでは、 $T_A \cdot S_2$ のみが点灯しているとする。ここで、Kレベルでは $T_{A-1} \cdot S_2$ の階調表示要素が面積誤差dに基づく輝度の誤差を含み、 $K+1$ レベルでは $T_A \cdot S_2$ が面積誤差dに基づく輝度の誤差を含んでいることになる。しかしながら、 $T_{A-1} = 4$ 、 $T_A = 16$ とすると、Kレベルでは上記輝度の誤差は4dレベルとなるのに対し、 $K+1$ レベルでは上記輝度の誤差が16dレベルと、Kレベルの4倍となる。これが係数 α を大きくする原因となる。

【0132】そこで、本実施の形態では、制御手段7が、上述した第1、第2または第4の手段に加えて、1レベルの階調遷移において、階調表示パターンを構成する階調表示要素の点灯状態の変化を工夫するようにパネル5の駆動を制御する。これによって係数 α の値が小さくなる。このような制御を以下、第5の手段とする。

【0133】具体的には、階調表示要素 $S_m \cdot T_n$ が点灯状態にあるKレベルから、該 $S_m \cdot T_n$ が非点灯状態にある $K+1$ レベルへ階調遷移したとする。この階調遷移で $S_m \cdot T_n$ が消灯した場合には、 $K+1$ レベルでは、 $n+1$ 番目からN番目までのフィールド T_C ($n+1 \leq C \leq N$)の何れかを含む階調表示要素 $S_m \cdot T_C$ が必ず点灯状態となるようにする。

【0134】つまり、上記制御手段7は、階調表示要素 $S_m \cdot T_n$ が点灯状態にあるKレベルから該階調表示要素 $S_m \cdot T_n$ が非点灯状態となる $K+1$ レベルに階調を遷移する際に、該階調表示要素 $S_m \cdot T_n$ のフィールドがn番目 ($1 \leq n < N$) であれば、 $n+1$ 番目以上とな

るフィールド T_C ($n+1 \leq C \leq N$)で、該階調表示要素 $S_m \cdot T_n$ と同じ副画素を含む階調表示要素 S_m を非点灯状態から点灯状態とする。

【0135】この第5の手段について図7(a)・

(b)を用いて説明する。従来では、たとえば、画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であり、時間分割比が $T_1 : T_2 : T_3 = 1 : 4 : 16$ であるとする。この場合、前述したように、31レベルから32レベルへの階調遷移において係数 α が11となる(表1参照)。それゆえ、良好な多階調表示ができなくなる。

【0136】そこで、第2の手段を用いて時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$ とした上で、さらに、31レベルから32レベルへの階調遷移において、上記第5の手段を適用する。

【0137】上記31レベルは、図7(a)に示すように、 S_1 を含む全ての階調表示要素と、 $S_2 \cdot T_1$ および $S_2 \cdot T_2$ とが点灯状態にある。このときの輝度 G_{31} は次のようになる。

【0138】

$$\begin{aligned} G_{31} = & \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_4) + (S_2 \cdot T_4) \} \\ = & [(1 \times 1) + \{ (2+d) \times 1 \}] \\ & + [(1 \times 4) + \{ (2+d) \times 4 \}] \\ & + [(1 \times 8) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ & + [(1 \times 8) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ = & 1 + (2+d) + 4 + (8+4d) + 8 + 0 + 8 + 0 \\ = & 31 + 5d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

ここで、32レベルに階調遷移すると $S_2 \cdot T_2$ が消灯するが、第5の手段を適用すれば、32レベルでは $S_2 \cdot T_3$ または $S_2 \cdot T_4$ の何れかを点灯状態とすることになる。この場合、図7(b)に示すように $S_2 \cdot T_3$ を点灯状態とする。このときの輝度 G_{32} は次のようになる。

【0139】

$$\begin{aligned} G_{32} = & \{ (S_1 \cdot T_1) + (S_2 \cdot T_1) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_2) + (S_2 \cdot T_2) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_3) + (S_2 \cdot T_3) \} \\ & + \{ (S_1 \cdot T_4) + (S_2 \cdot T_4) \} \\ = & [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ & + [(1 \times 0) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ & + [(1 \times 8) + \{ (2+d) \times 8 \}] \\ & + [(1 \times 8) + \{ (2+d) \times 0 \}] \\ = & 0 + 0 + 0 + 0 + 8 + (16+8d) + 8 + 0 \\ = & 32 + 8d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

それゆえ G_{32} と G_{31} との輝度の差は次のようになる。

【0140】

$$\begin{aligned} G_{32} - G_{31} = & 32 + 8d - (31 + 5d) \\ = & 1 + 3d \text{ [レベル]} \end{aligned}$$

すなわち、階調誤差 $D = 3d$ レベルとなり係数 α は 3 に抑えられることになる。

【0141】この第5の手段では、31レベルにおける $S_2 \cdot T_2$ が有していた輝度の誤差 $4d$ を、32レベルにおける $S_2 \cdot T_3$ に並行移動させるような階調遷移となる。それゆえ、1レベルの階調遷移における係数 α の増大を効果的に抑制することができる。このときの階調表示パターンを表8および9に示す。

【0142】

【表8】

階調	T_1		T_2		T_3		T_4		α
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
5	1	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	1
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	3
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0	0	0	1
11	1	1	0	1	0	0	0	0	0
12	0	0	1	1	0	0	0	0	-1
13	1	0	1	1	0	0	0	0	0
14	0	1	1	1	0	0	0	0	1
15	1	1	1	1	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0	3
17	1	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	1	0	0	0	1	0	0	1
19	1	1	0	0	0	1	0	0	0
20	0	0	1	0	0	1	0	0	-1
21	1	0	1	0	0	1	0	0	0
22	0	1	1	0	0	1	0	0	1
23	1	1	1	0	0	1	0	0	0
24	0	0	0	1	0	1	0	0	3
25	1	0	0	1	0	1	0	0	0
26	0	1	0	1	0	1	0	0	1
27	1	1	0	1	0	1	0	0	0
28	0	0	1	1	0	1	0	0	-1
29	1	0	1	1	0	1	0	0	0
30	0	1	1	1	0	1	0	0	1
31	1	1	1	1	0	1	0	0	0

【0143】

【表9】

階調	T_1		T_2		T_3		T_4		α
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	
32	0	0	0	0	0	1	0	1	3
33	1	0	0	0	0	1	0	1	0
34	0	1	0	0	0	1	0	1	1
35	1	1	0	0	0	1	0	1	0
36	0	0	1	0	0	1	0	1	-1
37	1	0	1	0	0	1	0	1	0
38	0	1	1	0	0	1	0	1	1
39	1	1	1	0	0	1	0	1	0
40	0	0	0	0	1	1	0	1	-1
41	1	0	0	0	1	1	0	1	0
42	0	1	0	0	1	1	0	1	1
43	1	1	0	0	1	1	0	1	0
44	0	0	1	0	1	1	0	1	-1
45	1	0	1	0	1	1	0	1	0
46	0	1	1	0	1	1	0	1	1
47	1	1	1	0	1	1	0	1	0
48	0	0	0	0	1	1	1	1	-1
49	1	0	0	0	1	1	1	1	0
50	0	1	0	0	1	1	1	1	1
51	1	1	0	0	1	1	1	1	0
52	0	0	1	0	1	1	1	1	-1
53	1	0	1	0	1	1	1	1	0
54	0	1	1	0	1	1	1	1	1
55	1	1	1	0	1	1	1	1	0
56	0	0	0	1	1	1	1	1	3
57	1	0	0	1	1	1	1	1	0
58	0	1	0	1	1	1	1	1	1
59	1	1	0	1	1	1	1	1	0
60	0	0	1	1	1	1	1	1	-1
61	1	0	1	1	1	1	1	1	0
62	0	1	1	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1	1	1	0

【0144】同じ時間分割比 ($T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$) を用いた、前記実施の形態3における表6および7と比較した場合、表6および7では、係数 α が最大で7となっている。これに対して、本実施の形態では、表8および9に示すように、7レベルから8レベルへの階調遷移、15レベルから16レベルへの階調遷移、23レベルから24レベルへの階調遷移、31レベルから32レベルへの階調遷移、および55レベルから56レベルへの階調遷移において係数 α が3となっているのが最大値である。

【0145】また、第5の手段を用いれば、図8の階調直線性のグラフに示すように、階調の逆転は見られず、多階調表示における階調直線性がほぼ確保されていることがわかる。なお、図8のグラフは、表8および9の階調表示パターンにおいて、面積誤差 $d = \pm 0.3$ の場合における階調直線性を示している。

【0146】それゆえ、この第5の手段を用いることによって、より優れた多階調表示を実現することができる。特に、画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ の条件下において、上述した時間分割比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 4 : 8 : 8$ とするような条件、すなわち、1フレームを時間分割するに当たり、フィールド $T_2 = 4$ とする条件に限定すれば、第5の手段により得られる効果をより一層向上させることができる。

【0147】上記第5の手段を用いた他の例を以下に示す。画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であり、時間分割

29

比を $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 : T_5 = 1 : 4 : 8 : 16 : 64$ とすると、表 10 に示すように、136 レベルの階調表示 (128 レベルに相当) が可能となる。

【0148】

【表 10】

階調	T_1		T_2		T_3		T_4		T_5		α
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	
0	(1)				0	0	0	0	0	0	-
15	(1)				0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	-1
21	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
22	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
23	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
24	(1)				1	1	0	0	0	0	3
39	(1)				1	1	0	0	0	0	0
40	(1)				1	1	1	0	0	0	-1
55	(1)				1	1	1	0	0	0	0
56	(1)				1	0	1	1	0	0	3
71	(1)				1	0	1	1	0	0	0
72	(1)				1	1	1	1	0	0	3
87	(1)				1	1	1	1	0	0	0
88	(1)				1	1	1	1	1	0	-1
103	(1)				1	1	1	1	1	0	0
104	(1)				1	0	1	1	1	1	3
119	(1)				1	0	1	1	1	1	0
120	(1)				1	1	1	1	1	1	3
135	(1)				1	1	1	1	1	1	0

【0149】表 10 では、 T_1 および T_2 のカラムに示している (1) の部位には、図 14 (a) に示す 16 レベル毎の基本的な遷移パターン 1 が入ることを示している。また、 T_3 および T_4 各カラムにおける「0...0」または「1...1」は、全て「0」または「1」が入ることを示している。

【0150】表 10 に示すような 136 レベルの階調表示パターンの場合、係数 α のカラムからわかる通り、係数 α の最大値が 3 である。それゆえ、階調の逆転が見られず、多階調表示における階調直線性をほぼ確保することができるため、良好な多階調表示が可能となる。

【0151】同様に、画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 2$ であり、時間分割比が $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 : T_5 = 1 : 4 : 8 : 16 : 32$ とすると、表 11 に示すように、184 レベルの表示が可能となる。

【0152】

【表 11】

30

階調	T_1		T_2		T_3		T_4		T_5		α
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2	
0	(1)				0	0	0	0	0	0	-
15	(1)				0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1
17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	-1
21	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
22	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
23	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
24	(1)				1	1	0	0	0	0	3
39	(1)				1	1	0	0	0	0	0
40	(2)				1	0	0	0	0	0	-1
55	(2)				1	0	0	0	0	0	0
56	(1)				1	0	1	1	0	0	3
71	(1)				1	0	1	1	0	0	0
72	(1)				1	1	1	1	0	0	3
87	(1)				1	1	1	1	0	0	0
88	(2)				0	1	1	1	0	0	-1
103	(2)				0	1	1	1	0	0	0
104	(2)				1	1	1	1	0	0	-1
119	(2)				1	1	1	1	0	0	0
120	(1)				1	0	1	1	1	1	3
135	(1)				1	0	1	1	1	1	0
136	(1)				1	1	1	1	1	0	3
151	(1)				1	1	1	1	1	0	0
152	(1)				1	0	1	1	1	1	3
167	(1)				1	0	1	1	1	1	0
168	(1)				1	1	1	1	1	1	3
183	(1)				1	1	1	1	1	1	0

【0153】表 11 では、 T_1 および T_2 のカラムに示している (1) の部位には、図 14 (a) に示す 16 レベル毎の基本的な遷移パターン 1 が入ることを示している。また、 $T_1 \sim T_3$ のカラムに示している (2) の部位には、図 14 (b) に示す 16 レベル毎の基本的な遷移パターン 2 が入ることを示している。さらに、 T_3 および T_4 各カラムにおける「0...0」または「1...1」は、全て「0」または「1」が入ることを示している。

【0154】表 11 に示すような 184 レベルの階調表示パターンの場合、係数 α のカラムからわかる通り、係数 α の最大値が 3 である。それゆえ、階調の逆転が見られず、多階調表示における階調直線性をほぼ確保することができるため、良好な多階調表示を可能とすることができる。

【0155】上述した例では、画素分割比が全て $S_1 : S_2 = 1 : 2$ の条件であったが、画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 4$ の条件における第 5 の手段の適用について以下に説明する。

【0156】画素分割比が $S_1 : S_2 = 1 : 4$ であり、時間分割比が $T_1 : T_2 : T_3 : T_4 = 1 : 2 : 16 :$

32とすると、従来では、表12に示すように、256レベルの表示が可能となる。

【0157】

【表12】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α	階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂			S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	(3)		0	0	0	0	0	0	—	128	(3)		0	0	0	0	0	1	-1
15	(3)		0	0	0	0	0	0	0	143	(3)		0	0	0	0	0	1	0
16	(3)		1	0	0	0	0	0	-3	144	(3)		1	0	0	0	0	1	3
31	(3)		1	0	0	0	0	0	0	159	(3)		1	0	0	0	0	1	0
32	(3)		0	0	1	0	0	0	-3	160	(3)		0	0	1	0	0	0	3
47	(3)		0	0	1	0	0	0	0	175	(3)		0	0	1	0	0	0	0
48	(3)		1	0	1	0	0	0	-3	176	(3)		1	0	1	1	0	0	3
63	(3)		1	0	1	0	0	0	0	191	(3)		1	0	1	1	0	0	0
64	(3)		0	1	0	0	0	0	13	192	(3)		0	1	0	0	0	1	13
79	(3)		0	1	0	0	0	0	0	207	(3)		0	1	0	0	0	1	0
80	(3)		1	1	0	0	0	0	-3	208	(3)		1	1	0	0	0	1	-3
95	(3)		1	1	0	0	0	0	0	223	(3)		1	1	0	0	0	1	0
96	(3)		0	1	1	0	0	0	-3	224	(3)		0	1	1	1	0	0	-3
111	(3)		0	1	1	0	0	0	0	239	(3)		0	1	1	1	0	0	0
112	(3)		1	1	1	0	0	0	-3	240	(3)		1	1	1	1	0	0	-3
127	(3)		1	1	1	0	0	0	0	255	(3)		1	1	1	1	0	0	0

【0158】表12では、T₁ およびT₂ のカラムに示している(3)の部位には、図14(c)に示す16レベル毎の基本的な遷移パターン3が入ることを示している。また、T₃ およびT₄ 各カラムにおける「0...0」または「1...1」は、全て「0」または「1」が入ることを示している。

【0159】表12に示すような従来の階調表示パターンの場合、係数αのカラムからわかる通り、191レベルから192レベルへの階調遷移において係数αが最大値の13を示している。その結果、たとえば面積誤差d=0.3であるならば、階調誤差D=13×0.2=2.6レベルとなり、1レベルの階調遷移に際して大きな階調誤差Dが生じることになる。

【0160】このような階調表示パターンに第5の手段を適用する。画素分割比がS₁:S₂=1:4であり、時間分割比がT₁:T₂:T₃:T₄:T₅=1:2:8:16:32であるとする、表13および14に示すように、296レベルの表示が可能となる。

【0161】

【表13】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		T ₅		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
0	(3)		0	0	0	0	0	0	0	0	-
15	(3)		0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	-1
17	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
19	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
21	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
22	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
23	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	-1
25	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
26	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
27	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
28	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
29	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
30	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
31	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
32	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	-1
33	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
34	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
35	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
36	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
37	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
38	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
39	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
40	(3)		1	1	0	0	0	0	0	0	5
55	(3)		1	1	0	0	0	0	0	0	0
56	(3)		1	1	1	0	0	0	0	0	-3
71	(3)		1	1	1	0	0	0	0	0	0
72	(3)		1	0	0	1	0	0	0	0	5
87	(3)		1	0	1	0	0	0	0	0	0
88	(3)		1	0	1	1	0	0	0	0	-3
103	(3)		1	0	1	1	0	0	0	0	0

【表14】

階調	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		T ₅		α
	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	
104	(3)		1	1	0	1	0	0	0	0	5
119			1	1	0	1	0	0	0	0	0
120	(3)		1	1	1	1	0	0	0	0	-3
135			1	1	1	1	0	0	0	0	0
136	(3)		1	1	0	1	1	0	0	0	-3
151			1	1	0	1	1	0	0	0	0
152	(3)		1	1	1	1	1	0	0	0	-3
167			1	1	1	1	1	0	0	0	0
168	(3)		1	0	0	0	1	1	1	1	5
183			1	0	0	0	1	1	1	0	0
184	(3)		1	0	1	0	1	1	1	1	-3
199			1	0	1	0	1	1	1	0	0
200	(3)		1	1	0	0	1	1	1	1	5
215			1	1	0	0	1	1	1	0	0
216	(3)		1	1	1	0	1	1	1	1	-3
231			1	1	1	0	1	1	1	0	0
232	(3)		1	0	0	1	1	1	1	1	5
247			1	0	0	1	1	1	1	0	0
248	(3)		1	0	1	1	1	1	1	1	-3
263			1	0	1	1	1	1	1	0	0
264	(3)		1	1	0	1	1	1	1	1	5
279			1	1	0	1	1	1	1	0	0
280	(3)		1	1	1	1	1	1	1	1	-3
295			1	1	1	1	1	1	1	0	0

【0163】表13および14では、T₁ およびT₂ のカラムに示している(3)の部位には、図14(c)に示す16レベル毎の基本的な遷移パターン3が入ることを示している。また、T₃ およびT₄ 各カラムにおける「0...0」または「1...1」は、全て「0」または「1」が入ることを示している。

【0164】表13および14に示すような296レベルの階調表示パターンの場合、係数αのカラムからわかる通り、係数αの最大値が5であり、上述した係数α=13よりも十分に低下していることがわかる。それゆえ、良好な多階調表示を実現することができる。

【0165】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の表示装置は、以上のように、マトリクス状に複数の画素が配置され、1つの画素が複数の副画素に分割されているパネルと、画像信号の1フレーム内の時間幅を分割してなる複数のフィールドのうちの1つに基づいて、1つの副画素を所定時間点灯状態とする制御を行う制御手段とを備えており、さらに該制御手段は、1フィールドの時間幅で点灯状態となる1つの副画素を1つの階調表示要素とすることで、これら階調表示要素を複数組み合わせる多階調表示を行う表示装置において、1つの画素を構成する上記

副画素がN個であり、各副画素の面積比が1:S₂:S₃:...:S_Nであるとともに、上記フィールドの数がNであり、該フィールドの時間分割比が1:T₂:T₃:...:T_Nであるとする、上記制御手段は、次式、
【0166】

【数9】

$$T_A \leq \frac{1}{2} \left(\left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{A-1} S_m T_n \right) + 1 \right)$$

10 【0167】にて決定した、2番目以上N番目以下となるA番目のフィールドの時間分割比T_Aでもって多階調表示を行うとともに、各階調表示要素を独立して制御可能としている構成である。

【0168】それゆえ、上記構成では、1レベルの階調遷移における階調誤差を小さくすることができるので、階調の逆転の発生を防止して、より一層優れた階調表示を実現することができるという効果を奏する。

【0169】本発明の請求項2記載の表示装置は、以上のように、請求項1記載の構成に加えて、上記制御手段

20 は、次式、

【0170】

【数10】

$$T_B \leq \left(\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^{B-1} S_m T_n \right) + 1$$

【0171】にて決定した、2番目以上A-1番目以下となるフィールドの時間分割比T_Bでもって多階調表示を行う構成である。

【0172】それゆえ、上記構成では、階調誤差の増大を抑制できるとともに、表現できる階調数の大幅な低減を回避できるという効果を奏する。

【0173】本発明の請求項3記載の表示装置は、以上のように、請求項1または2記載の構成に加えて、上記制御手段は、複数の階調表示要素の組み合わせにより表示される階調のレベルが次のレベルに階調遷移する際に、各レベルの輝度の差に生じる階調誤差を1レベル未満とするように、上記フィールドの時間分割比を決定する構成である。

【0174】それゆえ、上記構成では、上記請求項1または請求項2の表示装置において得られる効果をより一層向上させることができるという効果を奏する。

【0175】本発明の請求項4記載の表示装置は、以上のように、請求項1または2記載の構成に加えて、上記制御手段は、A番目以上N番目以下となるフィールドを全て等しい時間幅としている構成である。

【0176】それゆえ、上記構成では、階調誤差の増大を抑制しつつ、表現できる階調数を増加させることが可能となるという効果を奏する。

【0177】本発明の請求項5記載の表示装置は、以上のように、請求項1、2または4記載の構成に加えて、

上記制御手段は、1つの階調表示要素が点灯状態にあるレベルから、該階調表示要素が非点灯状態となるレベルに階調を遷移する際に、該階調表示要素のフィールドが n 番目（ただし $1 \leq n < N$ ）であれば、 $n+1$ 番目以上となるフィールドで、該階調表示要素と同じ副画素を含む階調表示要素を非点灯状態から点灯状態とする構成である。

【0178】それゆえ、上記構成では、1レベルの階調遷移における階調誤差の増大をより効果的に抑制することができるという効果を奏する。

【0179】本発明の請求項6記載の表示装置は、以上のように、請求項4または5記載の構成に加えて、1つの画素を構成する上記副画素が2個であり、各副画素の面積比が1:2であるとともに、上記フィールドの数が4であり、該フィールドの時間分割比が1:4:8:8である構成である。

【0180】それゆえ、上記構成では、請求項4または5記載の構成で得られる効果をより一層向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の実施の一形態にかかる表示装置の階調表示の駆動法における23レベルの表示での階調表示要素を示す説明図であり、(b)は、(a)に示す駆動法における24レベルの表示での階調表示要素を示す説明図である。

【図2】(a)は上記表示装置が備えるパネルの構成を示す概略説明図であり、(b)は、(a)に示すパネルが備える画素の構成を示す概略説明図である。

【図3】図1(a)・(b)に示す駆動法における階調表示パターンを示す説明図である。

【図4】表6および7に示す階調表示パターンにおける面積誤差 $d = \pm 0.13$ の場合の階調直線性を示すグラフである。

【図5】表6および7に示す階調表示パターンにおける面積誤差 $d = \pm 0.3$ の場合の階調直線性を示すグラフである。

【図6】表に示さない階調表示パターンにおける階調直線性を示すグラフである。

【図7】(a)は、本発明の実施の他の形態にかかる表示装置の階調表示の駆動法における31レベルの表示での階調表示要素を示す説明図であり、(b)は、(a)に示す駆動法における32レベルの表示での階調表示要素を示す説明図である。

【図8】表8および9に示す階調表示パターンにおける階調直線性を示すグラフである。

10 【図9】表1に示す従来の階調表示パターンにおける階調直線性を示すグラフである。

【図10】表1に示す従来の階調表示パターンにおける階調直線性を示すグラフである。

【図11】(a)は、従来の表示装置の階調表示の駆動法における31レベルの表示での理想的な階調表示要素を示す説明図であり、(b)は、(a)に示す駆動法における32レベルの表示での階調表示要素を示す説明図である。

20 【図12】(a)は、従来の表示装置の階調表示の駆動法における31レベルの表示での実際の階調表示要素を示す説明図であり、(b)は、(a)に示す駆動法における32レベルの表示での階調表示要素を示す説明図である。

【図13】表2に示す従来の階調表示パターンにおける階調直線性を示すグラフである。

【図14】(a)～(c)は、表2および表10～14に示す階調表示パターンにおいて繰り返される遷移パターンを示す図である。

【符号の説明】

30 4 画素
5 パネル
6 副画素
7 制御手段
 S_m 副画素
 T_n フィールド
 $S_m \cdot T_n$ 階調表示要素

【図 1】

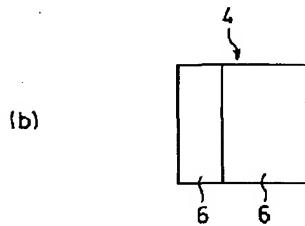
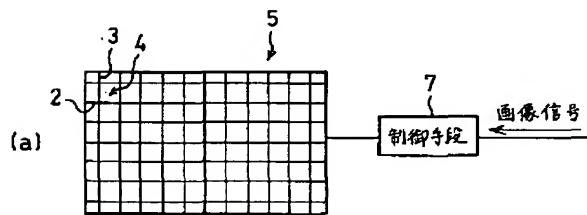
(a) 23レベル

	T_1	T_2	T_3	T_4
S_1	1	1×4	1×8	1×8
S_2	2 + d	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 8$	$(2+d) \times 8$

(b) 24レベル

	T_1	T_2	T_3	T_4
S_1	1	1×4	1×8	1×8
S_2	2 + d	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 8$	$(2+d) \times 8$

【図 2】



【図 3】

	1:2	4:8	16:32		1:2	4:8	16:32		1:2	4:8	16:32		1:2	4:8	16:32
0					16				32				48		
1					17				33				49		
2					18				34				50		
3					19				35				51		
4					20				36				52		
5					21				37				53		
6					22				38				54		
7					23				39				55		
8					24				40				56		
9					25				41				57		
10					26				42				58		
11					27				43				59		
12					28				44				60		
13					29				45				61		
14					30				46				62		
15					31				47				63		

【図 7】

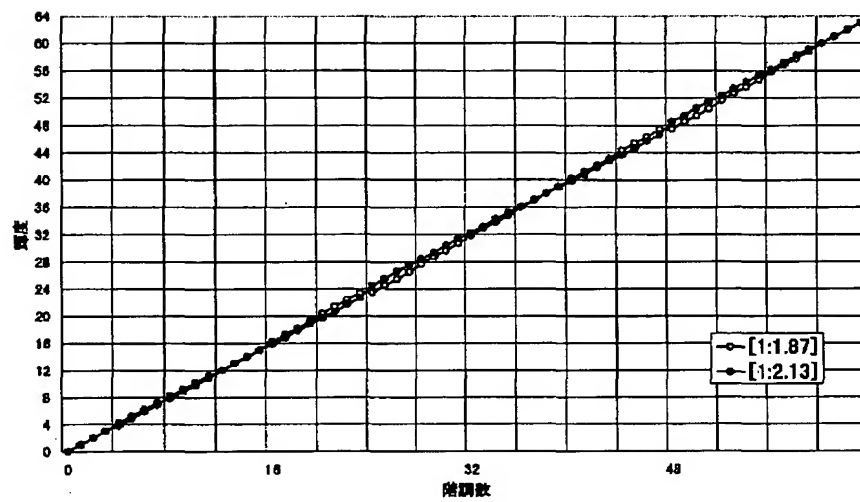
(a) 31レベル

	T_1	T_2	T_3	T_4
S_1	1	1×4	1×8	1×8
S_2	2 + d	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 8$	$(2+d) \times 8$

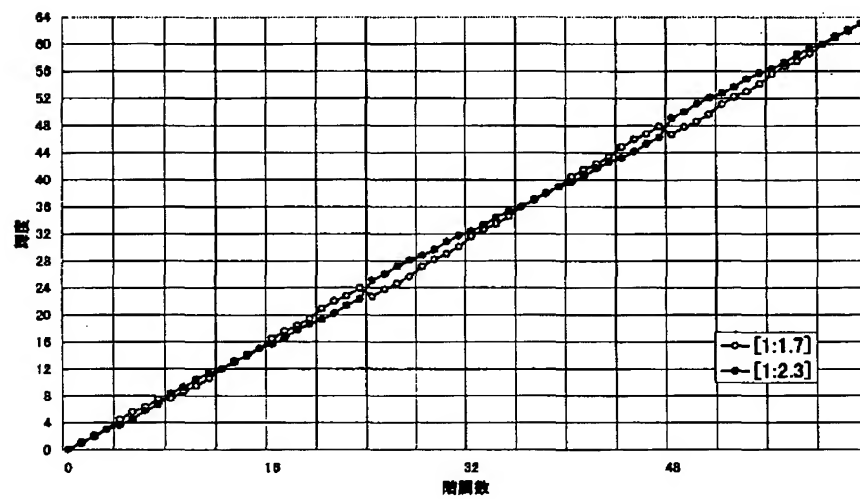
(b) 32レベル

	T_1	T_2	T_3	T_4
S_1	1	1×4	1×8	1×8
S_2	2 + d	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 8$	$(2+d) \times 8$

【図 4】



【図 5】



【図 11】

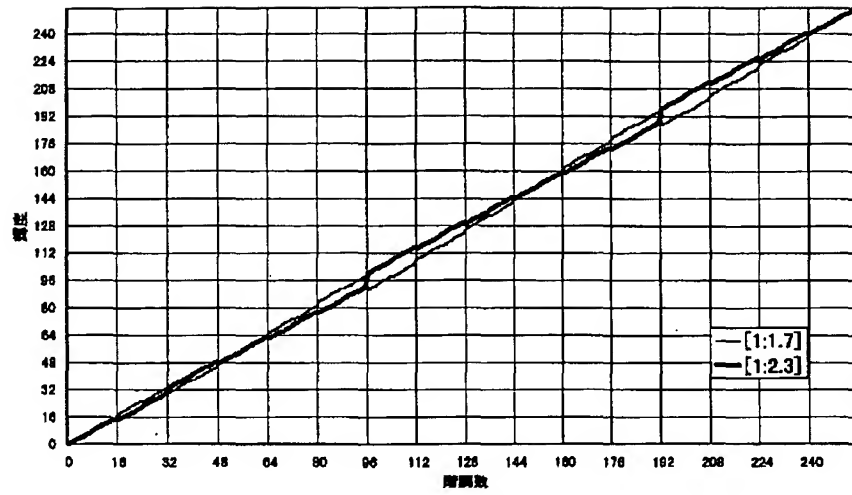
(a) 31レベル

	T_1	T_2	T_3
S_1	1	1×4	1×16
S_2	2	2×4	2×16

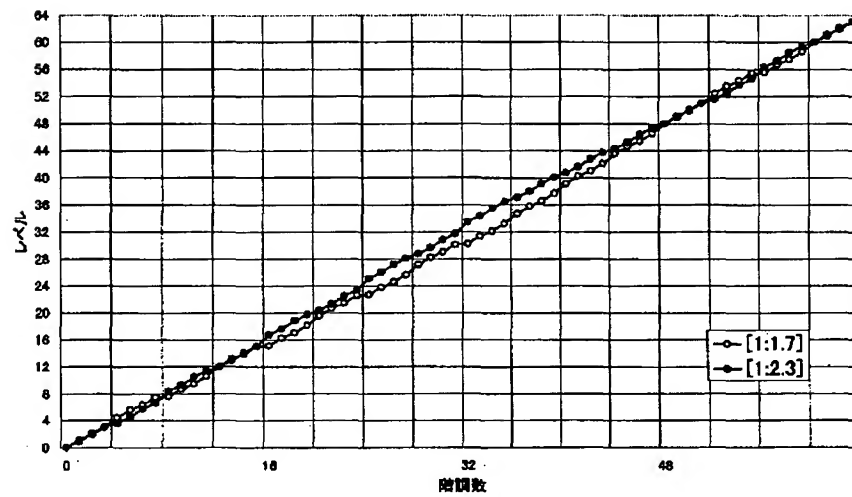
(b) 32レベル

	T_1	T_2	T_3
S_1	1	1×4	1×16
S_2	2	2×4	2×16

【図 6】



【図 8】



【図 12】

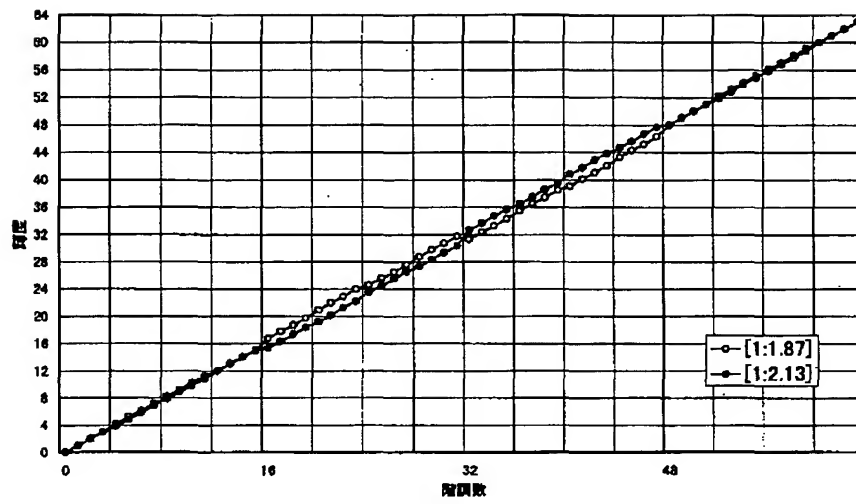
(a) 31レベル

	T_1	T_2	T_3
S_1	1	1×4	1×16
S_2	$2+d$	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 16$

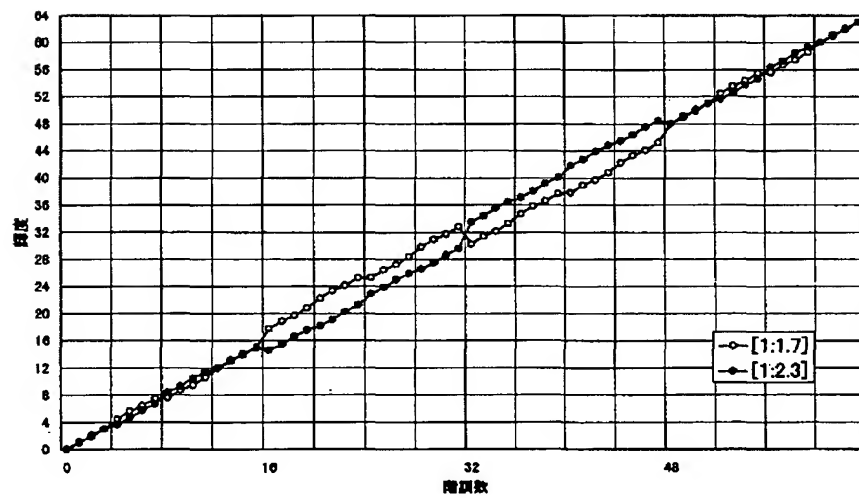
(b) 32レベル

	T_1	T_2	T_3
S_1	1	1×4	1×16
S_2	$2+d$	$(2+d) \times 4$	$(2+d) \times 16$

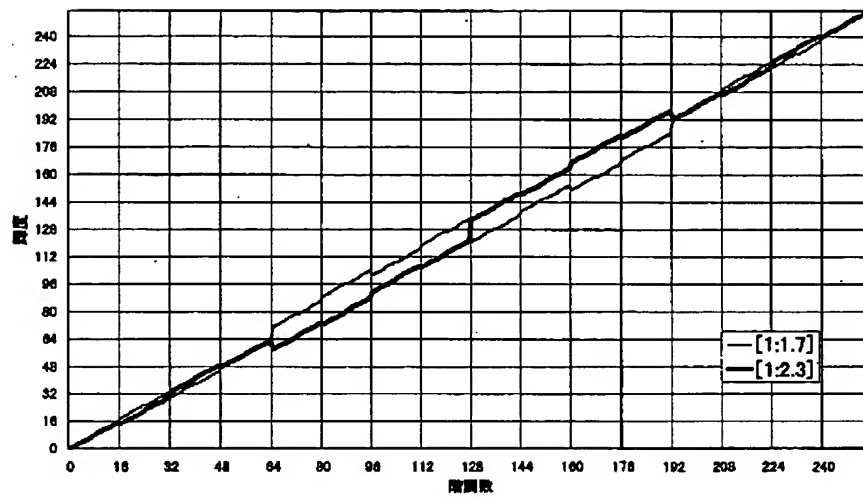
【図 9】



【図 10】



【図 13】



【図 14】

